

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **2001-168094**

(43)Date of publication of application : **22.06.2001**

(51)Int.Cl.

H01L 21/3205

H01L 29/205

H01L 21/331

H01L 29/73

(21)Application number : **11-346793**

(71)Applicant : **MURATA MFG CO LTD**

(22)Date of filing : **06.12.1999**

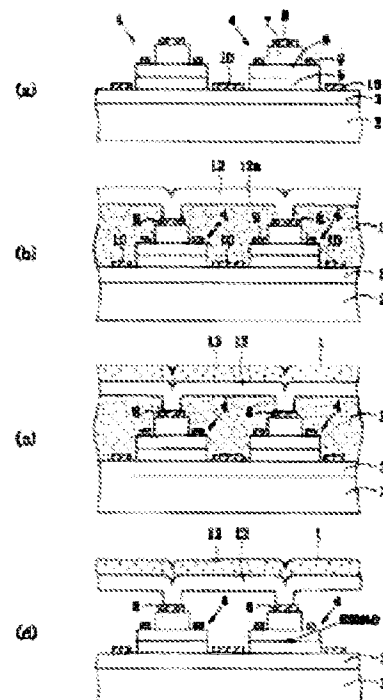
(72)Inventor : **ONISHI HAJIME  
AMANO MASARU**

## (54) WIRING STRUCTURE, WIRING FORMING METHOD AND SEMICONDUCTOR DEVICE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a wiring structure, a wiring forming method and a semiconductor device which allows the radiation area to be increased, without deteriorating the substrate strength.

**SOLUTION:** In a multi-finger, emitter-up type hetero-junction bipolar transistor, an air-bridge-like compact lower layer wiring 12 for interconnecting electrodes 8 is formed, then a substrate 2 is dipped in an Au plating liquid (at a liquid temperature of 65° C) having an Au content of e.g. 3 grams/liter, and a current is fed to the plating lower film at a current density of 3 mA/cm<sup>2</sup> to electroplate the substrate, thereby forming an upper wiring 13 with the plating metal growing in a dendritic shape.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-168094

(P2001-168094A)

(43) 公開日 平成13年6月22日 (2001.6.22)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	特許庁 (参考)
H01L 21/3205		H01L 21/88	A 5F003
29/205		29/205	5F033
21/331		29/72	
29/73			

審査請求 未請求 請求項の数 7 OL (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平11-346798

(22) 出願日 平成11年12月6日 (1999. 12. 6)

(71) 出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72) 発明者 大西 一

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

(72) 発明者 天野 優

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

(74) 代理人 100094019

弁理士 中野 源房

Fターム (参考) 5F003 AP10 BP02 B6D1

5F033 H013 H017 H018 JJ01 PP15

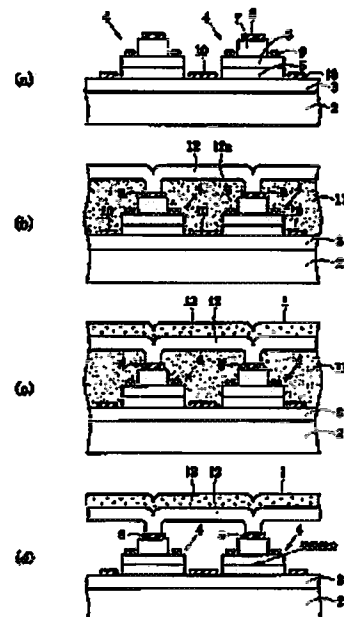
PP27 PP33 XX22

(54) 【発明の名称】 配線構造、配線形成方法及び半導体装置

(57) 【要約】

【課題】 基板強度を低下させることなく、放熱面積を大きくすることができる配線構造、配線形成方法及び半導体装置を提供する。

【解決手段】 マルチフィンガー型のエミッタアップ型ヘテロ接合バイポーラトランジスタにおいて、エミッタ電極8間を接続するエアブリッジ状の緻密な下層配線12を形成した後、例えば、Auの含有量が3グラム／リットルのAuメッキ液（液温65℃）に基板2を浸漬し、メッキ下地膜に3mA/cm<sup>2</sup>の電流密度で通電して電解メッキを行うことにより、メッキ金属が樹状に成長した上層配線13を形成する。



(2)

特開2001-168094

1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に金属配線が形成されてなる配線構造において、前記金属配線内部の少なくとも一部に微細な空隙が形成されていることを特徴とする配線構造。

【請求項2】 基板上に金属配線が形成されてなる配線構造において、前記金属配線の表面または内部の少なくとも一部に樹状突起が形成されていることを特徴とする配線構造。

【請求項3】 半導体基板上に金属配線が形成されてなる配線構造において、前記金属配線内部の少なくとも一部に微細な空隙が形成されていることを特徴とする半導体装置。

【請求項4】 半導体基板上に金属配線が形成されてなる配線構造において、前記金属配線の表面または内部の少なくとも一部に樹状突起が形成されていることを特徴とする半導体装置。

【請求項5】 前記金属配線は、発熱部分の近傍に位置する電極間を接続するものであることを特徴とする、請求項3又は4に記載の半導体装置。

【請求項6】 メッキ金属の含有量が少ないメッキ液を用いて電解メッキを行うことにより、微細な空隙を有する金属層を形成することを特徴とする配線形成方法。

【請求項7】 メッキ金属の含有量が少ないメッキ液を用いて電解メッキを行うことにより、メッキ金属を樹状に成長させることを特徴とする配線形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、配線構造、配線形成方法及び半導体装置に関する。

【0002】

【従来の技術】高出力用バイポーラトランジスタ、電界効果型トランジスタ等の高出力用トランジスタでは、高出力を得るために素子に大電流を流す必要がある。そのため発熱量が大きくなり、駆動時間とともに温度上昇が大きくなり、トランジスタの正常動作する温度範囲を超えてしまい、最悪の場合には、トランジスタが破壊されてしまうという問題があった。特に、GaAsは、その熱伝導率が $54\text{ W/m}^\circ\text{C}$ であり、Siの熱伝導率 $150\text{ W/m}^\circ\text{C}$ と比較して約1/3と小さいため、GaAs基板を用いて作製された半導体装置では、素子の温度上昇が重要な問題になっている。

【0003】従来、GaAs基板上に形成された半導体装置の熱抵抗を低減するためには、GaAs基板を約 $30\text{ }\mu\text{m}$ 程度にまで薄くし、GaAs基板の裏面に厚膜のAuメッキによるヒートシンクを形成し、ヒートシンクから放熱させるようにしている（InGaP/GaAs HBTの携帯電話用パワー増幅器応用；応用電子物性分科会誌第4巻第4号（1998年9月1日発行）、136-141頁）。

【0004】また、特開平8-204181号公報や特

開平7-111272号公報には、電極部の上に放熱部材を設けたものが開示されている。

【0005】さらに、基板上に放熱板を形成し、該放熱板と発熱部分近傍の電極を厚い配線層で接続し、該配線層と放熱板を通じて熱を放熱させるようにしたものも見られる（携帯電話用AlGaAs HBT MMICの開発；応用電子物性分科会誌第4巻第4号（1998年9月1日発行）、130-135頁）。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、電極部や配線層に形成された上記放熱部材や放熱板は緻密な材質によって形成されており、十分な放熱面積を得ることができず、放熱効率が低かった。また、半導体基板を薄くして裏面にAuメッキ厚膜を設けることによって熱抵抗を低減する方法では、放熱面積を増やすことはできるが、基板が割れ易くなり、その後の工程での取り扱いが難しくなるという問題があった。

【0007】

【発明の開示】本発明は、上記の従来例の問題点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、基板強度を低下させることなく、放熱面積を大きくすることができる配線構造、配線形成方法及び半導体装置を提供することにある。

【0008】しかし、本発明にかかる配線構造及び半導体装置においては、金属配線内部の少なくとも一部に微細な空隙を形成している。ここで、本明細書において、微細な空隙とは、金属配線の該当部分が多孔質状（気泡が連続したもの）が好ましい。）に形成されたものに限らず、表面の微細な隆や窪によって内部に空隙の形成されたものでもよい。また、配線とは、電極やパッドからの引出し配線や電極やパッドどうしを結ぶ配線などに限らず、電極やパッド等そのものも含まれる。配線の一部とは、例えば配線の長さ方向に沿った一部区間を指すこともあり、あるいは多層配線の場合には、そのうちの一部の層を指すこともある。

【0009】このように金属配線内部の少なくとも一部に微細な空隙を形成されていると、その部分における放熱面積を大きくすることができ、放熱効率を高めることができる。特に、大きな放熱部材を設けることができなかった微細な配線でも、大きな放熱面積を得ることができ、

【0010】この金属配線は発熱部分の近くに設けるのが望ましく、例えば発熱部分の近傍に位置する電極間を接続する金属配線として使用するのが好ましい。

【0011】このように微細な空隙を有する金属配線を形成するには、メッキ金属の含有量が少ないメッキ液を用いて電解メッキを行う方法がある。メッキ金属の含有量が少ないメッキ液、例えば緻密なメッキ金属層を得るためのメッキ金属含有量の最低量の2/3程度あるいはそれ以下のメッキ金属含有量のメッキ液を用いて電解メ

(3)

特開2001-168094

3

4

ッキを行うと、緻密な金属配線が得られないために微細な空隙を含んだ金属配線となる。

【0012】また、本発明にかかる別な配線構造及び半導体装置においては、金属配線の表面又は内部の少なくとも一部に樹状突起を形成している。ここで、樹状とは、金属元素が粗く堆積してあたかも樹状に成長しているかのような形状をさしている。樹状突起によれば、その放熱面積を大きくすることができるので、金属配線からの放熱効率を高めることができる。特に、大きな放熱部材を設けることのできなかった微細な配線でも、大

きな放熱面積を得ることができる。

【0013】この金属配線は発熱部分の近くに設けるのが望ましく、例えば発熱部分の近傍に位置する電極間を接続する金属配線として使用するのが好ましい。

【0014】このように微細な空隙を有する金属配線を形成するには、メッキ金属の含有量が少ないメッキ液を用いて電解メッキを行う方法がある。メッキ金属の含有量が少ないメッキ液、例えば緻密なメッキ金属層を得るためのメッキ金属含有量の最低量の2/3程度あるいはそれ以下のメッキ金属含有量のメッキ液を用いて電解メッキを行うと、メッキ金属が樹状に成長していくので、微細な樹状突起を形成することができる。

【0015】

【発明の実施の形態】（第1の実施形態）図1(a)

(b)(c)(d)は本発明の一実施形態を示す断面図であって、マルチフィンガー型のエミッタアップ型ヘテロ接合バイポーラトランジスタにおいて、エミッタ電極8間を接続する配線1を形成する工程を表している。図1(a)はエミッタアップ型ヘテロ接合バイポーラトランジスタの基本構造を示す。半導体性GaAs基板2にSiを高濃度にドーピングしてコレクタコンタクト層(n-GaAs層)3が形成されており、コレクタコンタクト層3の上に単位素子部4が配列されている。各単位素子部4は、下層からコレクタ層(GaAs層)5、ベース層(Cをドーピングしたp-GaAs層)6、エミッタ層(Siをドーピングしたn-InGaP層)7によって構成されており、エミッタ層7にはベース層6よりもワイドギャップの材料が用いられている。さらに、エミッタ層7の上にはエミッタ電極8が形成され、ベース層6の上にはベース電極9が形成され、単位素子部4間においてコレクタコンタクト層3の上にはコレクタ電極10が形成されている。このようなエミッタアップ型ヘテロ接合バイポーラトランジスタは、高効率・低歪みパワーであるという特徴を備えており、コレクタ層5とベース層6との間の接合面中央部あたりが発熱の大きな部分となる。このエミッタアップ型ヘテロ接合バイポーラトランジスタは、下記のようにしてエアブリッジ構造をした2層構造の配線1により各単位素子部4のエミッタ電極8どうしが接続される。

【0016】図1(a)のような構造が完成したら、基

板2の上面全体にフォトレジスト11を塗布した後、フォトリソグラフィによりフォトレジスト11を一部開口してフォトレジスト11からエミッタ電極8を露出させる。ついで、蒸着、スパッタ、化学メッキ等によって所望パターンのメッキ下地膜12aを形成した後、例えばAuの含有量が10グラム/リットルのAuメッキ液(液温65℃)に基板2を浸漬し、メッキ下地膜12aに3mA/cm<sup>2</sup>の電流密度で通電して電解メッキを行うことにより、メッキ下地膜12aの上にAuを析出させ、図1(b)に示すように下層配線12として厚さ3μmの緻密なAuメッキ層を形成する。

【0017】ついで、図1(c)に示すように、例えばAuの含有量が3グラム/リットルのAuメッキ液(液温65℃)に基板2を浸漬し、メッキ下地膜に3mA/cm<sup>2</sup>の電流密度で通電して電解メッキを行うことにより、上層配線13として厚さ2μmのAuメッキ層を形成する。その後、フォトレジスト11を剥離させることにより、図1(d)に示すように、各単位素子部4のエミッタ電極8間下層配線12と上層配線13からなるエアブリッジ状の配線1が形成される。

【0018】図2及び図3は、上記のようにしてメッキ金属の含有量が少ないメッキ液を用いて配線を形成した場合と、メッキ金属の含有量が十分なメッキ液を用いて配線を形成した場合(通常の電解メッキ法)とを比較して示している。図3(a)(b)は通常の電解メッキ法によって形成された配線の斜視図と側面図を示しており、緻密な材質の金属配線となっている。これに対し、メッキ金属の含有量が少ないメッキ液を用いて配線を形成した場合には、図2に示すようにメッキ金属が下層配線12の上に樹状に成長する。このため上層配線13は樹状部分の内部や樹状部分間に大きな空隙を有する密度の低い金属配線となり、大きな表面積の配線が得られる。また、図2ではメッキ金属の堆積量が少なく樹状に成長している突起間の空間が大きいが、メッキ金属の堆積量が多くなり、突起間の空間が埋まってくると、上層配線13は多孔質状となる。

【0019】このようにして配線1を形成すれば、下層配線12のAuメッキ層は緻密な構造となって必要な電流容量を得ることができ、上層配線13のAuメッキ層は大きな空隙を有して表面積(放熱面積)を大きくできるため、発熱の大きな部分からエミッタ電極8を通して配線1へ伝わってきた熱を大気中に効果的に放散することが可能になる。よって、ヘテロ接合バイポーラトランジスタの熱抵抗を小さくでき、大電流域まで安定に動作させることができる。

【0020】上記実施形態では、エミッタアップ型ヘテロ接合バイポーラトランジスタについて説明したが、コレクタアップ型ヘテロ接合バイポーラトランジスタでは、コレクタ電極間を接続する配線を上記のように形成すればよい。また配線構造は2層に限定されず、3層以

(4)

特開2001-168094

5

上の多層構造としてもよい。

【0021】(第2の実施形態)図4(a)(b)、図5及び図6は本発明の別な実施形態を示す図であって、基板22上に形成された電界効果型トランジスタのドレイン電極25間を接続するクロスオーバー配線に本発明の配線構造を適用したものである。

【0022】図4(a)(b)はクロスオーバー配線28を形成された電界効果型トランジスタの構造を示す平面図及び断面図である。図4(a)(b)に示されているように、GaAs基板22の上に活性層23が形成されており、活性層23の上には歯状をしたドレイン電極24が設けられている。また、ドレイン電極24のフィンガー間にはそれぞれソース電極25が設けられている。ドレイン電極24のフィンガーとソース電極25間の間隙では、活性層23の表面に浅いリセス29が形成されており、このリセス29内でドレイン電極24のフィンガーとソース電極25の間にフィンガーを差し込むようにして歯状をしたゲート電極26が形成されている。

【0023】この電界効果型トランジスタのソース電極25どうしを電気的に接続するため、ドレイン電極24のフィンガー、ゲート電極26のフィンガー及びソース電極25を備切るようにして基板22上に絶縁膜27を形成し、絶縁膜27の一部を開口することによってソース電極25の上面を絶縁膜27から露出させてあり、絶縁膜27の上に下層から順に膜厚100nmのTi層、膜厚50nmのPt層及び膜厚1000nmのAu層から成るクロスオーバー配線28が形成されている。こうして形成されたクロスオーバー配線28は、絶縁膜27の開口を通してソース電極25と導通している。

【0024】こうしてクロスオーバー配線28を形成し終わると、クロスオーバー配線28の上から基板全体にフォトレジスト30を塗布し、クロスオーバー配線28の一部分が露出するよう適宜パターニングを行い、スパッタ法等によりメッキ下地膜31を形成する。そしてフォトレジスト32を塗布し、フォトレジスト30で露出させたクロスオーバー配線28の部分が露出するようにパターニングを行う。そして、例えばAuの含有量が3グラム/リットルの金メッキ液(液温65℃)に基板22を浸漬し、メッキ下地膜31に3mA/cm<sup>2</sup>の電流密度で通電して電解メッキを行うことにより厚さ3μmのAuメッキを施し、図5のようにクロスオーバー配線28の露出部分の上に放熱部33を形成する。ついで、図6に示すように、フォトレジスト30を基板22から

6

剥離する。こうしてクロスオーバー配線28と一体に形成された放熱部33も、メッキ金属の含有量の少ないメッキ液を用いて電解メッキされているので、放熱部33は内部に空隙を有する粗な金属層となり、放熱部33の表面積が大きくなり、大気中に熱を効果的に放散することが可能になり、クロスオーバー配線28と放熱部33とからなる配線21の熱抵抗を低減できる。よって、素子で発生した熱を効果的に放熱し、電界効果型トランジスタを大電流域まで安定に動作させることができる。

【0025】上記実施形態では、電界効果型トランジスタのソース電極間を接続するクロスオーバー配線について説明したが、本発明は電界効果型トランジスタのドレイン電極間を接続するクロスオーバー配線にも適用することができる。さらには、クロスオーバー配線以外であっても、電界効果型トランジスタのソース電極、ドレイン電極、ゲート電極とそれぞれの電極の引出し配線や、バイポーラトランジスタのコレクタ電極、エミッタ電極、ベース電極とそれぞれの電極の引出し配線にも用いることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)(b)(c)(d)は本発明の一実施形態による金属配線の形成方法を説明する図である。

【図2】同上の金属配線の上層配線と同じ方法で作製された金属配線の拡大図である。

【図3】(a)(b)は通常の電解メッキ法により作製された金属配線を拡大して示す斜視図及び側面図である。

【図4】(a)は本発明の別な実施形態による金属配線の形成方法を示す平面図及び断面図、(b)は(a)のX-X'線断面図である。

【図5】図4のクロスオーバー配線の上に放熱部を形成する工程を示す断面図である。

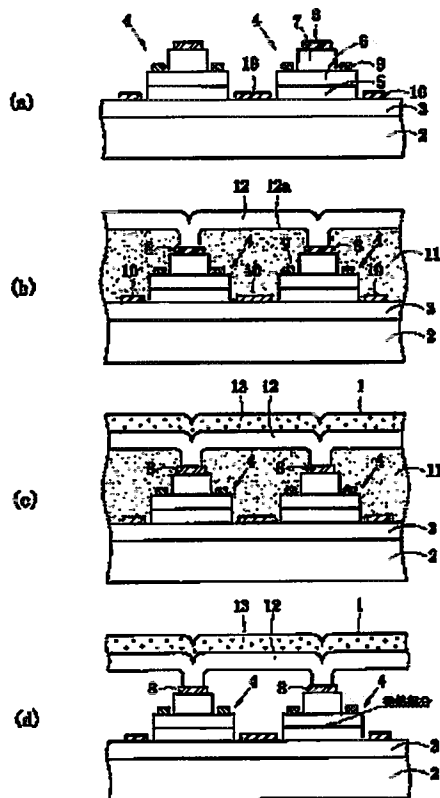
【図6】クロスオーバー配線の上に放熱部を形成された電界効果型トランジスタの断面図である。

【符号の説明】

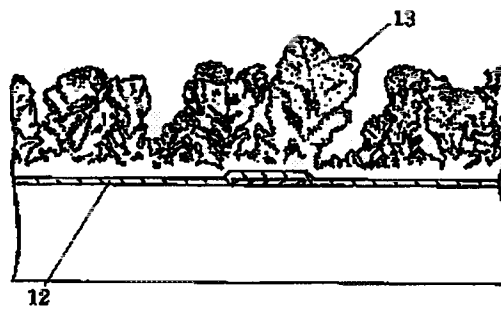
- 1 配線
- 8 エミッタ電極
- 12 下層配線
- 13 上層配線
- 21 配線
- 25 ソース電極
- 28 クロスオーバー配線
- 33 放熱部

(5) 特開2001-168094

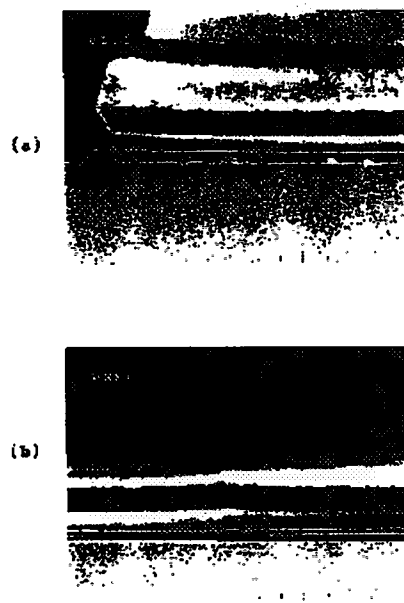
【図1】



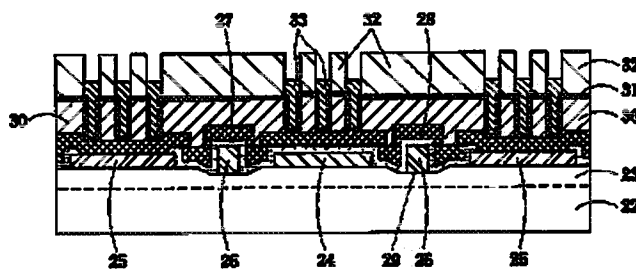
【図2】



【図3】



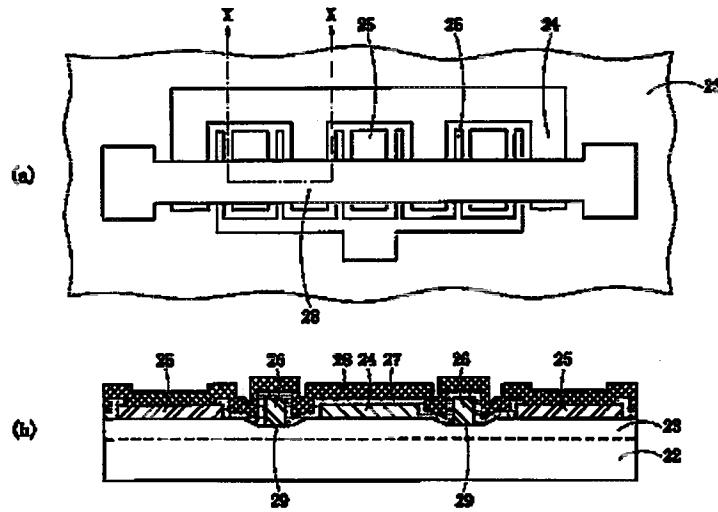
【図5】



(6)

特開2001-168094

【図4】



【図6】

